

Réflexions pour préserver l'environnement :

cas de la vallée du M'zab (Algérie)

BENSAHA Hocine¹, BENSAHA Lahcen¹, ACHOUR Mansour²

⁽¹⁾Labo. de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides, Université Kasdi Merbah, **Ouargla**
E-mail : hocinemail@yahoo.fr

⁽²⁾Fac. des Sci. de la T., de Géogr.et d'Aménag. du Terr., Départ. Hydrogéologie, Université d'El Menouar, **Oran**
E-mail: achour_m343@hotmail.com

Résumé :

La vallée du M'zab située au centre du Sahara septentrional, est soumise à un climat hyper aride. Elle fut considérée par le passé comme un des groupes d'oasis les plus prospères du pays. A cet effet, plusieurs programmes de développements et des investissements colossaux ont été instaurés afin de la dynamiser.

Néanmoins, un problème principal réside dans le fait que les activités humaines pour le développement modifient les équilibres qui caractérisent le fonctionnement actuel de l'environnement. Dans le même temps, de nouveaux objectifs ont été fixés à la politique hydro-agricole pour répondre aux attentes de la société, notamment en matière d'environnement et de développement rural.

Le présent article de réflexion interroge les rapports entre l'homme et l'environnement et expose les principes de cette préservation. Le principe de précaution, qui consiste à prendre des mesures préventives face à des dégradations incertaines.

Mots clés : *Réflexions, Développement durable, Préservations de l'environnement, Vallée du M'zab, Algérie.*

Réflexions pour préserver l'environnement : cas de la vallée du M'zab (Algérie)

Introduction :

Située à 600km au sud de la capitale d'Alger, la vallée du M'zab, entaillée dans les massifs calcaires du Turonien, fut occupée à partir du 11^{ème} siècle par une population d'un rite religieux particulier de l'Islam " le culte Ibadite ". En fonction du rythme de sédentarisation et du mouvement migratoire, cinq (05) villes fortifiées (ksours) furent créées par cette communauté ibadite. Ces sites édifiés sur des éminences rocheuses, composèrent ainsi la pentapole de la vallée du M'zab.

De l'aval en amont on retrouve ;

- La ville d'El Atteuf (Le Tournant), fondée la première en l'an 1010
- La ville de Bounoura (La Lumineuse)
- La ville de Melika (La Reine)
- La ville de Beni Izguen (La Ville sainte)
- La ville de Ghardaïa (falaise, hauteur).



Ksar de Beni Izguen, et la palmeraie de N'tissa en arrière plan.

Sous l'effet de la croissance démographique et des activités économiques et industrielles, la vallée du M'zab a connu, depuis les années 70 un mouvement très fort et accéléré d'urbanisation. Il n'a fallu que très peu de temps pour voir l'espace entre les villes (les oasis) s'urbaniser et devenir une agglomération géante le long de la vallée. La consommation de l'eau courante quant à elle, a augmenté entraînant une multiplication des volumes évacués et leur non maîtrise dans un système très sensible et fragile.

Cadre physique et climatique :

La région du M'zab fait partie de la wilaya de Ghardaïa, située au centre du bassin du Sahara septentrional.

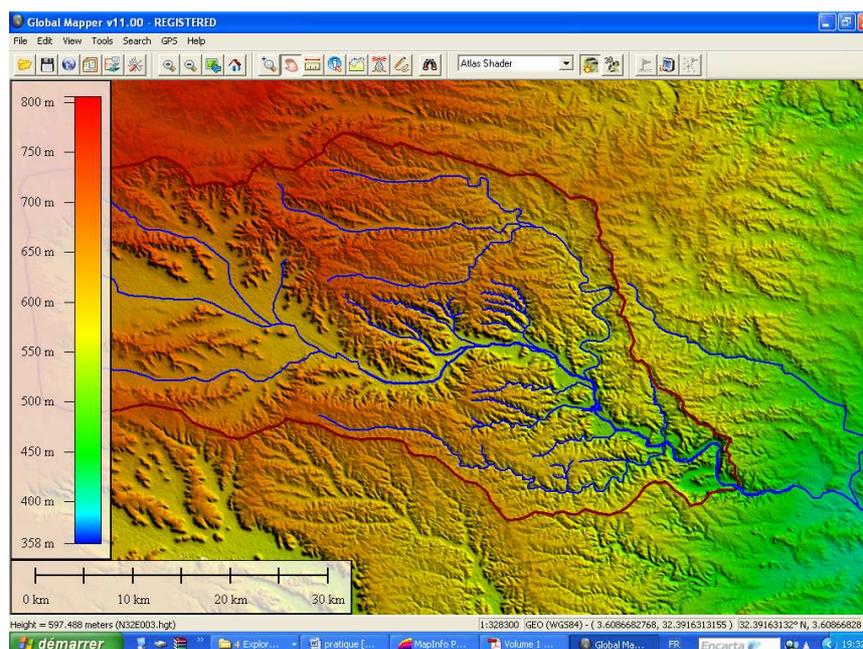
Le bassin versant d'une superficie de 5000Km², est jalonné par un réseau très ramifié d'oueds, appelé couramment chebka (filet) (Dubief J., 1953). Il draine en grande partie les eaux de la dorsale de l'Ouest vers l'Est, les écoulements sont sporadiques, ils se manifestent à la suite des averses orageuses qui connaît la région (Dubief J., 1963).

Le climat de la région est typiquement Saharien, caractérisé par deux saisons : une saison chaude et sèche (d'avril à septembre) et une autre tempérée (d'octobre à mars) avec un écart élevé entre les températures de l'été et celles de l'hiver. On enregistre une moyenne annuelle de 25°C, avec une évaporation de l'ordre de 2000 mm.

La hauteur pluviométrique est faible, la moyenne annuelle enregistrée est de l'ordre de 63,0 mm. Le régime pluviométrique est irrégulier, la pluie peut faire défaut plusieurs saisons comme elle peut survenir à n'importe quelle saison (Dubief J., 1963).

La vallée de l'oued M'zab

L'oued M'zab prend naissance de la confluence de deux grands affluents ; oued el Haimeur du Nord-ouest et l'oued Labiod de l'Ouest. L'oued Touzouz de faible impotence ; rejoint le M'zab en amont de la palmeraie de Ghardaïa.



-Bassin versant et réseau orographique du M'zab

A une altitude 745 mètres en amont, l'oued parcourt environ 270 km de l'Ouest vers l'Est pour atteindre la dépression de sabkhet safioune son exécutoire naturel, à une altitude de 107 mètres.

La largeur de la vallée varie entre 1 à 2,5 km, sa profondeur atteignant 50 mètres environ. La surface totale de la vallée est de 4000ha et abrite une population estimée de 160000 habitants, soit une densité de 42 hab/ha.

L'ensemble des cinq ksours historiques (El Atteuf, Bou noura, Melika, Ghardaïa, Beni Izguen) totalise une surface d'environ 67 ha, abritant 50000 habitants, soit une densité de 746hab/ha.

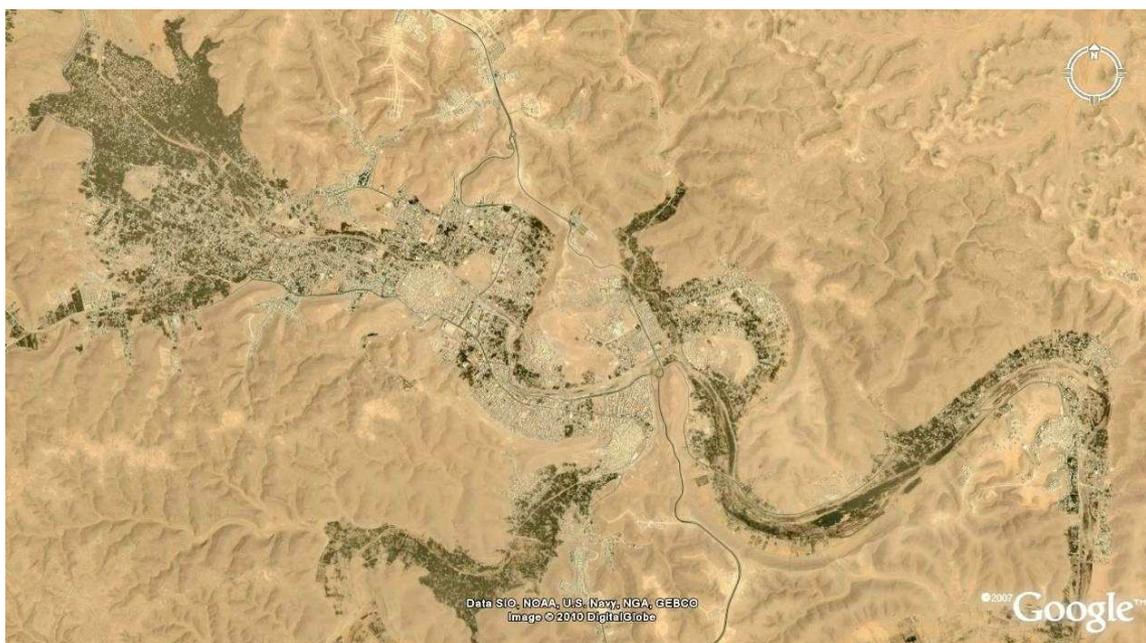
Les activités dans la vallée:

L'agriculture représente la principale activité dans la vallée, dont l'occupation du sol est répartie en trois étages ;

1. la phoéniculture (agriculture des palmeraies),
2. les arbres fruitiers
3. cultures des maraîchères et des fourragères en intercalaires

Le système d'irrigation se fait par submersion traditionnelle à partir des seguiats (rigoles); rare sont ceux pratiquants l'aspersion et la goutte à goutte.

D'autres activités s'ajoutent à la principale; portant notamment sur le négoce, l'artisanat des tapis et des petites industries (PMI).



-Localisation de la vallée du M'zab par Google earth

Les ressources en eau de la vallées :

Les eaux de surfaces :

Les eaux de surface sont rares, comme dans toutes les régions sahariennes. L'écoulement de l'oued M'zab est intermittent, il se manifeste à la suite des averses orageuses. L'étude des crues de l'oued Mzab effectuée par BRL (1998a), estime les débits de crue décennale et centennale à 205 et 722 m³/s. Les conséquences sont parfois catastrophiques et les dégâts sont souvent remarquables.

Pour les crues de faible ampleur, un système hydraulique mozabite formé d'une série de petits barrages et des galeries souterraines a été instauré. Cette organisation a pour but:



-Barrage traditionnel (Ahbas)

- de collecter les eaux qui ruissellent accidentellement sur les pentes abruptes qui bordent les palmeraies.
- de dériver dans les jardins une partie des eaux des crues au moyen de barrages de dérivation et de canaux distributeurs.
- d'arrêter l'eau et de la forcer à s'étaler, par des barrages de retenue, dénommés « Ahbas ».
- d'amplifier l'infiltration efficace et la recharge en eau de la nappe phréatique.

La crue exceptionnelle du 1^{er} octobre 2008

A l'aube du 1^{er} octobre 2008, et suite à une averse de 40,5mm, une importante crue dévastatrice s'en est suivie sur l'oued Mzab. L'écoulement a débordé des berges, inondant ainsi tout ce qui est avoisinant comme constructions et autres ;

- Les ponts ont été totalement submergés
- La hauteur d'eau dans l'oued au centre la ville de Ghardaïa a atteint 9 mètres
- Les écoulements ont charriés de fortes masses solides (sables ; galées ; boue, etc..)
- Plusieurs endroits qui se trouvent au bas lit d'oued ont été submergés, les raisons pour lesquelles il a été enregistré plusieurs pertes humaines.



-L'oued M'zab en crue (Octobre 2008)



-Dégâts causés par la crue

Evaluation du débit de la crue :

Suite a l'enquête effectuée sur terrain et après avoir parcouru l'oued Mzab et ses principaux affluents (Touzouz ; Labiod et Haimeur), il a été constaté que :

- L'oued Haimeur et son bassin versant ayant amenés le plus grand volume d'eau qui s'est déversé dans l'oued M'zab, causant la destruction de tous les périmètres agricoles qui se trouvent sur son parcours.
- L'oued Touzouz a aussi véhiculé un apport mais de faible ampleur.
- L'oued Labiod, était équipé d'un barrage d'une capacité de stockage de 27millions de m³. La crue a été retenue, ainsi il n'est pas responsable de la catastrophe de Ghardaïa.

Sur la base des traces de laisse de crue, et les relevées topographiques sur une section propice de l'oued el Haimeur, on a pu calculer la surface de la section mouillée et son périmètre.

Le débit de la crue, Q, a été calculé à l'aide de la formule de **Manning-Strickler** :

$$Q = V.S$$

avec $V = K \cdot i^{0.5} \cdot Rh^{0.66}$

V : vitesse du courant (m/s)

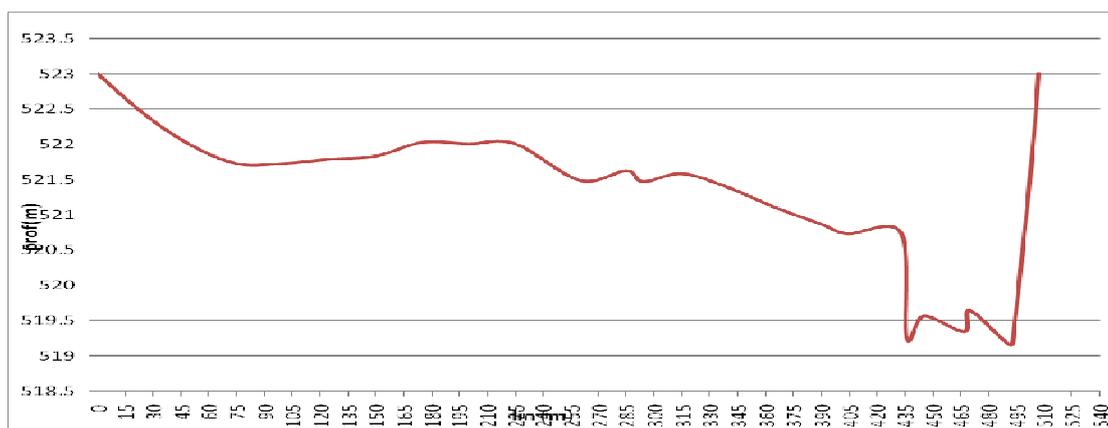
S : surface du BV, déterminée à l'aide des levées topographiques, (m²)

K : coefficient de rugosité de Strickler (m^{1/3}/s)

(K= 10 à 30 pour lit naturel, K = 50 à 80 pour canal cimenté ...)

Rh : rayon hydraulique, rapport de la surface au périmètre mouillés (m),
donc $Rh = Sm / Pm$

i : pente de la ligne d'eau (m/m).



Profil en travers de la section mouillée (oued Haimeur)

L'application de la formule nous a donné un débit de **1300m³/s**.

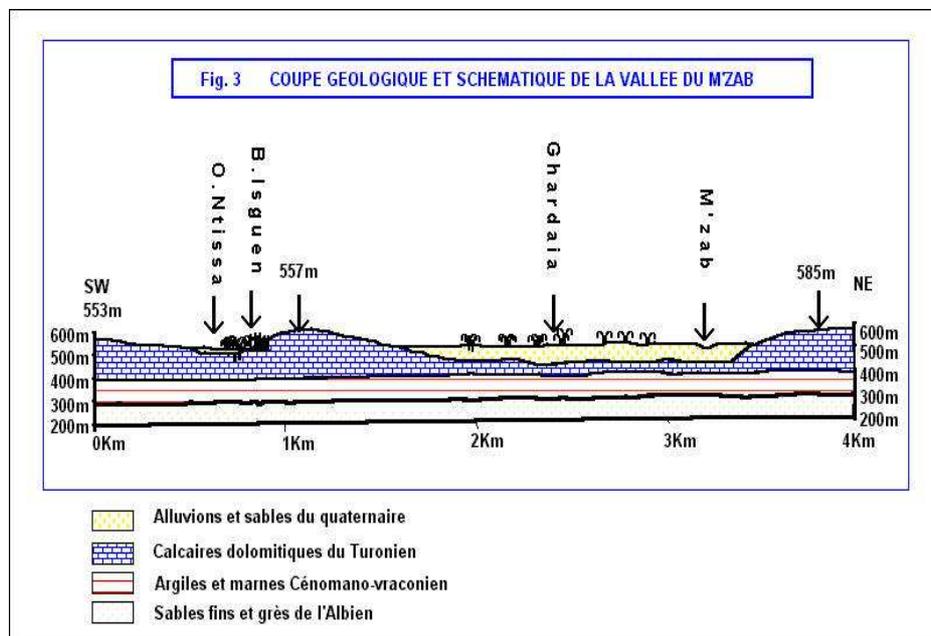
Cette crue exceptionnelle, est nettement supérieure à celle de 1991 qui a été évaluée à 900m³/s (ANRH, 1993).

Notons par ailleurs, que s'est la deuxième fois où la crue a atteint l'exutoire de Sebkheth Sefouine (région de Ouargla) ; depuis 1901 (d'après Dubief J, 1953).

Les eaux souterraines :

Les aquifères captés dans la région, sont classés par leurs profondeurs comme suit :

- les eaux de la nappe phréatiques contenues dans les alluvions des oueds.
- les eaux de la nappe profonde contenue dans les couches perméables des sables et des grès de l'Albien à 300 mètres. Elle constitue la principale ressource en eau de la région qui est exploitée actuellement par 33 forages dans l'ensemble de la vallée.



(ANRH S.G., 2003)

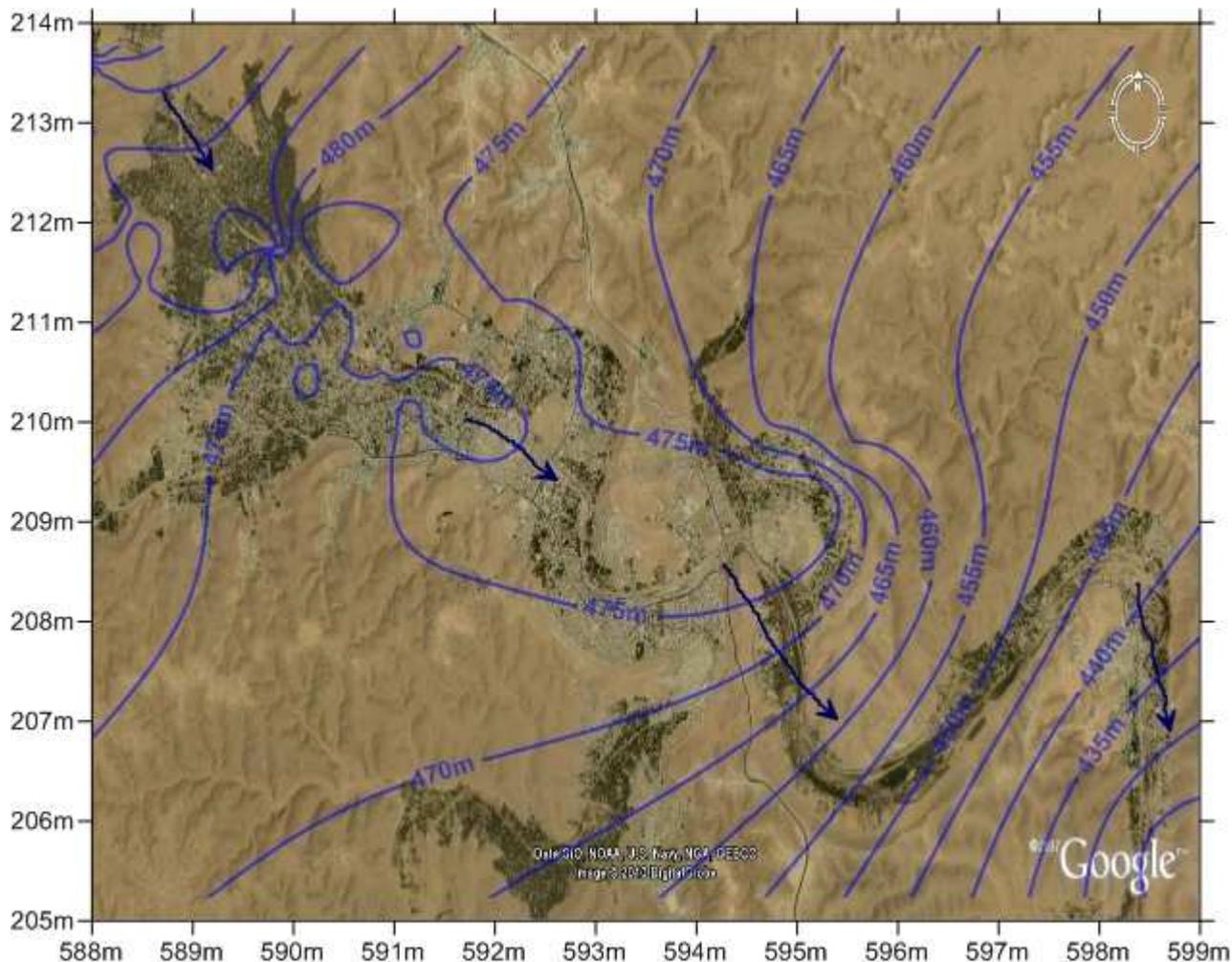
La nappe phréatique :

L'aquifère est formé d'alluvions et de sables du Quaternaire. Les alluvions reposent sur les couches calcaires du Turonien. L'épaisseur de ces alluvions peut atteindre 25 à 30 mètres. Cette nappe d'Infero-flux, exploitée par des puits traditionnels, présente un intérêt très important dans le domaine agricole, elle sert comme une source pour l'irrigation de la palmeraie de la vallée et elle sert également pour l'alimentation en eau potable à l'amont où les eaux sont moins chargées.

L'alimentation de la nappe se fait essentiellement par les eaux de pluies torrentielles et par les eaux de la nappe profonde (Albien) de certains forages destinés pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

Piézométrie de la nappe phréatique :

La carte de niveau piézométrique dressée par le logiciel "surfer" montre un écoulement général des eaux de la nappe de l'Ouest vers l'Est le long du lit de l'oued ; identique aux écoulements de surface.



- Carte piézométrique de la nappe phréatique de la vallée du M'zab (avril, 2008)

D'une piézométrie de 500 mètres à Bouchen en amont; elle s'abaisse progressivement vers l'Est pour atteindre la cote 430 mètres en aval au niveau d'El Atteuf, ce qui représente une chute de pente d'environ 5 mètres pour 2 km.

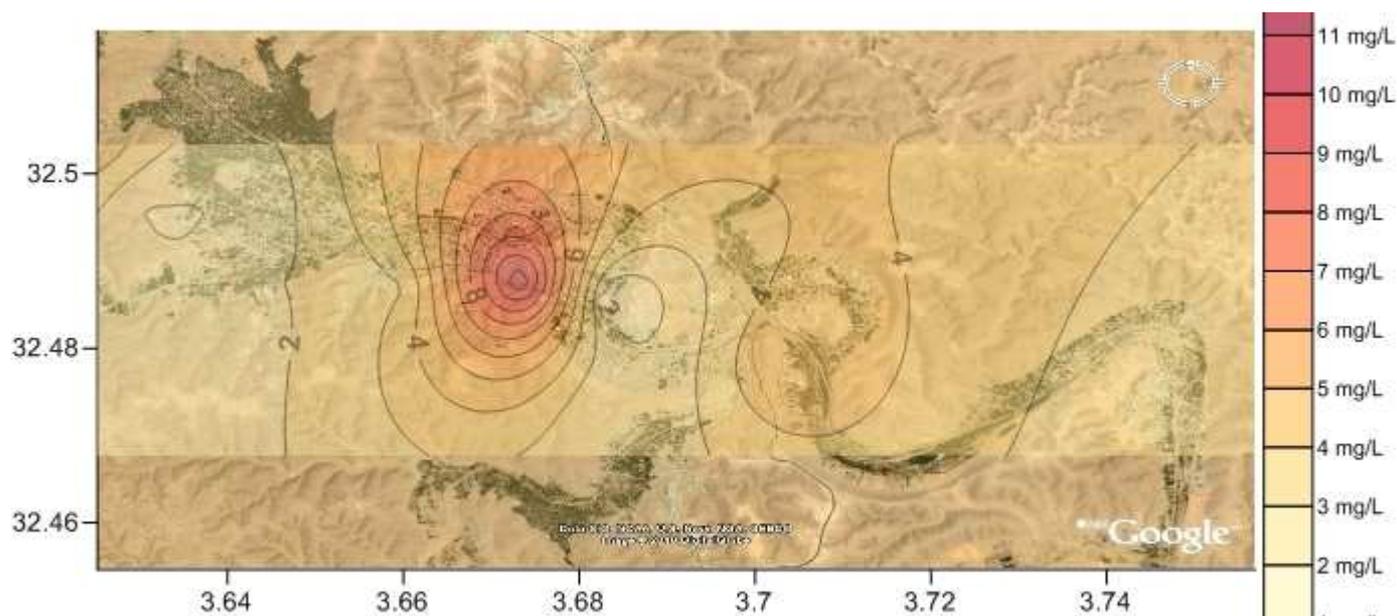
Le gradient hydraulique est de 2,5‰ en amont et de 3,5‰ en aval.

Qualité chimique des eaux de la nappe:

Les résultats d'analyses chimiques d'échantillons représentant les différentes localités de la vallée montrent que les eaux de la nappe sont très minéralisées. Les analyses montrent que les eaux de la nappe phréatique de la vallée du M'zab est relativement chargée, elle est de l'ordre de 7486 mg/L au centre de vallée. Cette concentration est due probablement à la dissolution des sels contenus dans le sol, à l'exception de celles de la zone de Bounoura en aval de la ville de Ghardaïa, qui sont douces, ils sont de l'ordre de 616 mg/L de résidu sec avec un faciès chimique de type sulfaté-magnésien et parfois sulfaté chloruré magnésien. Cette zone est influencée par l'apport important des eaux des affluents, surtout celui d'oued N'tissa qui présente un flux d'eau considérable.

Qualité bactériologique des eaux de la nappe:

Une analyse bactériologique des eaux de la nappe a été effectuée en 2005, portée essentiellement sur la détermination du taux de la DBO₅ ; nous révèle en



-Variation de la DBO₅ dans les eaux de la nappe phréatique de la vallée (2005)

général que, la concentration est inférieure à 4mg/L, à l'exception du centre ville de Ghardaïa où elle très élevée (11 mg/L). Probablement est due à une alimentation extérieure de la nappe par l'infiltration des eaux usées (réseau d'assainissement dégradé) , ou par les fosses septiques. La région est une zone urbaine à forte densité de population.

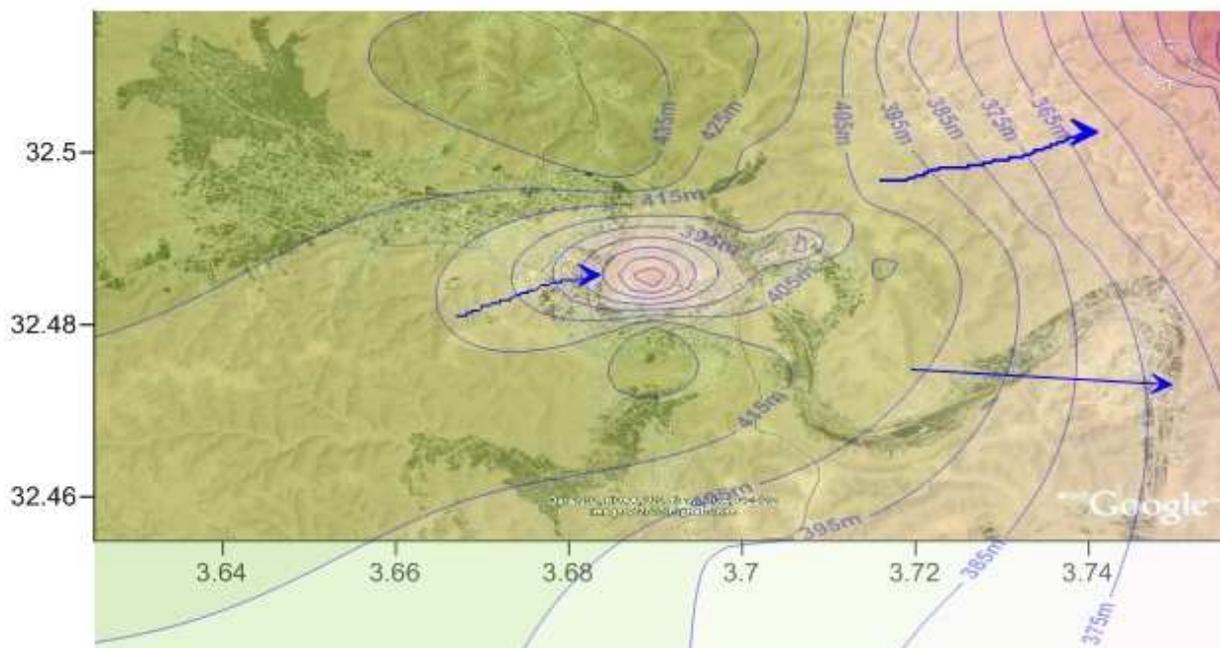
Prélèvement de la nappe phréatique :

Dans la région, l'inféro-flux est encore exploitée notamment en amant bien que le niveau statique de la nappe est élevé (plus de 25 mètres au dessous du sol).

Le nombre des puits exploitants la nappe n'est pas exactement connu, il est estimé à environ de 1100 puits, avec un débit unitaire moyen de 5 l/s. Le pompage dure généralement 6h par jour, ce qui nous donne un volume d'eau extrait quotidiennement de 108,5 m³, soit un prélèvement annuel de 39.582,5 m³. Ce qui laisse dire que la nappe phréatique du M'zab a un apport d'eau appréciable.

Prélèvement de la nappe albienne (CI) dans la vallée du M'zab

Dans la vallée du M'zab on compte 33 forages captant la nappe avec un débit total annuel de $31,33 \text{ hm}^3$, dont $8,11 \text{ hm}^3$ destiné pour l'agriculture.

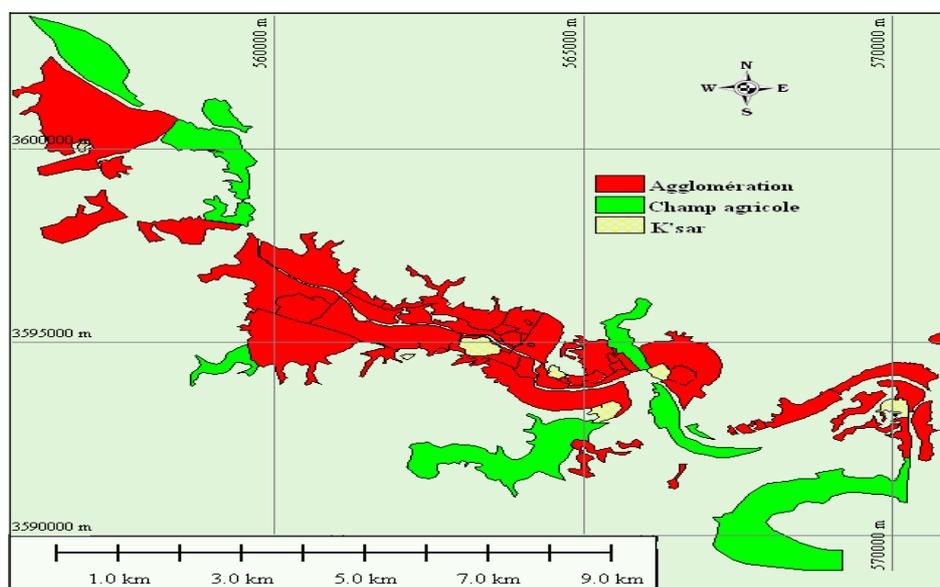


- Carte piézométrique de la nappe albienne dans la vallée du M'zab (avril, 2008)

L'allure des courbes isopièzes met en évidence une dépression de la surface piézométrique localisée au niveau de la ville de Ghardaïa, provoquée probablement par les pompages intensifs.

Carte d'occupation du sol dans la vallée :

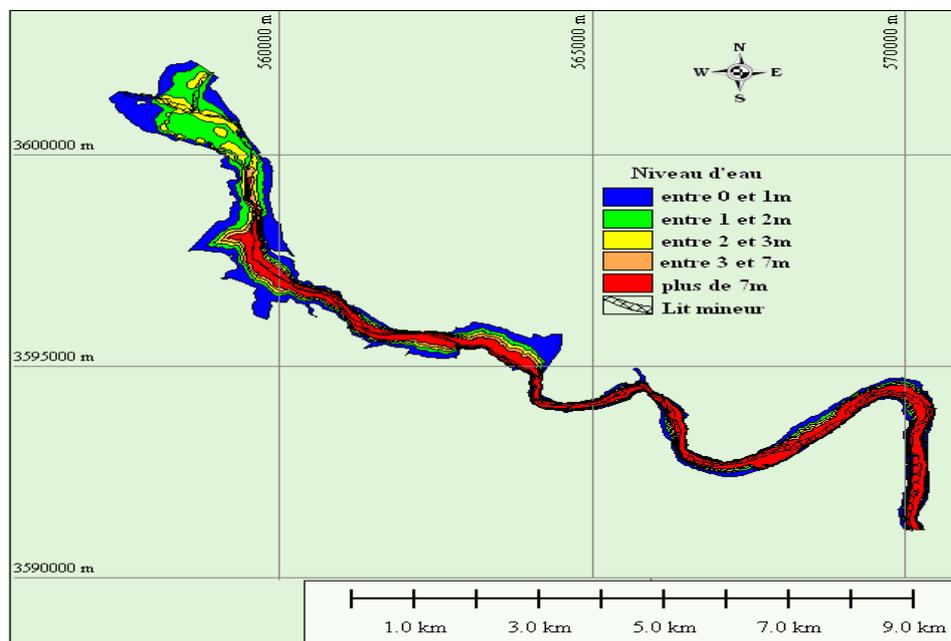
La carte dressée par les outils du SIG, nous révèle que sur une surface totale de 3261,88 hectares digitalisée ; 67% est occupée par l'urbanisme, soit 2179,33 hectares. Les zones agricoles ne représentent que 33% de la surface totale, soit 1082,55 hectares.



Carte d'occupation du sol dans la vallée du M'zab (2008)

Carte des zones inondables de la vallée :

Etant établi sur la base d'une hauteur d'eau de 7 mètres dans le lit mineur de l'oued, on constate que 60% des berges de l'oued, soit une surface totale de 624,33 hectares va être inondée à une hauteur d'eau de 1 mètres.



-Carte des zones Inondables de la vallée du M'zab (2008)

PROBLEMES ET CONTRAINTES DE DEVELOPPEMENT :

Problème de surface

- o réseau urbain relativement dense
- o taille des agglomérations est grande
- o forte densité de peuplement
- o activité industrielle élevée

Problème de saturation des sites

- o l'occupation des palmeraies
- o l'occupation des zones inondables
- o l'occupation des pentes de ravinement

Contraintes liées au milieu physique

- o l'extension des agglomérations gênée par l'obstacle des vallées
- o occupation linéaire, le long des oueds
- o risque de pollution des nappes phréatiques (sol très perméable)

Contrainte de potentialités en eau

- o Nappe d'inféro-flux très sensible au prélèvement (rabattement de la nappe)
- o une mobilisation coûteuse (pompage) de l'eau via la nappe profonde (Albien)

ORIENTATIONS DU DEVELOPPEMENT :

1. La reprise des modes d'occupation et d'organisation spatiale des nouvelles constructions pourra seule sauver la Vallée du M'Zab d'un envahissement sur toute la vallée qui n'a pas les capacités au niveau des réseaux de voirie, d'eau et d'assainissement.

2. La recherche d'autres nouveaux sites d'occupation
 - le long de l'axe de la route RN1 vers le sud de la wilaya
 - à l'ouest, le long de la route nationale 51
 - dans la zone de l'Est, enclaves des villes de Guerrara et de Zelfana
3. Encourager les échanges avec les wilayates limitrophes par;
 - La création des voix de communication
 - La création des agglomérations – relais
4. A engager l'exploitation des gisements reconnus dans la région (calcaire, dolomie, gypses, argiles, sable)
5. A développer le secteur agricole, notamment dans la zone sud, à forte potentialité en eau
6. A encourager le secteur touristique par
 - La restauration des aménagements de qualité
 - La valorisation des atouts; patrimonial et architectural de la région
7. La restauration de nouvelles formes d'énergie renouvelable, notamment pour la mobilisation des ressources en eau ;
 - énergie éolienne
 - énergie solaire.

Références bibliographiques :

- ACHOUR M. (2003) : Etude hydrogéologique de la nappe phréatique de la vallée de Metlili. doc. ANRH. Secteur de Ghardaïa, Algérie.
- ACHOUR M. (2005) : Inventaire des forages d'eau et enquête sur les débits extraits de la nappe albienne. Wilaya de Ghardaïa. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. DRS. Ouargla ; Algérie.
- ANRH (2003) : Note relative à l'étude de la nappe phréatique de la vallée du M'zab. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.DRS. Ouargla; Algérie.
- BABA SY M. (2005) : Recharge et paléorecharge du Système Aquifère du Sahara Septentrional. Thèse Doct, Univ, Tunis El Manar, 271p.
- BENSABA H. (2009) : Gestion de périmètres de mise en valeur agricole, cas de la chebka du M'zab, thèse de magister, ITAS, UKM, Ouargla, 125p.
- BONNARD & GARDEL (BG).(2002) :.Etude d'assainissement et de protection contre les crues de la vallée de l'oued M'Zab ,Bonnard & Gardel Ingénieurs-conseils SA 2002 .
- BRL ingénierie (1998a) : Etude du Plan directeur général de développement des régions sahariennes – Connaissances d'Ensemble. Rapport, ANRH, Alger, Algérie.
- DUBIEF J. (1953) : Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Institut de Météorologie et de Physique du Globe de l'Algérie ; Service des Etudes Scientifiques ; Alger, Algérie. 451p.

- DUBIEF J. (1963) : Le climat du Sahara. Institut des recherches sahariennes. Mémoire hors série, tome 1 et 2. Alger, 275p.
- Mettas Y. (2010) : Application des techniques de la géomatique à la gestion des risques naturels, cas d'inondation de la ville de Ghardaïa. Mem. Ing. Univ. Djelfa, Algérie.
- OSS (2002) : Système Aquifère du Sahara Septentrional : De la concertation à la gestion commune d'un bassin aquifère transfrontière. Projet SASS. Rapport interne. Tunis, Tunisie. 58p.
- OSS (2003a et b) : Système Aquifère du Sahara Septentrional, Rapport interne. Annexes. Tunis, Tunisie, 229p.

